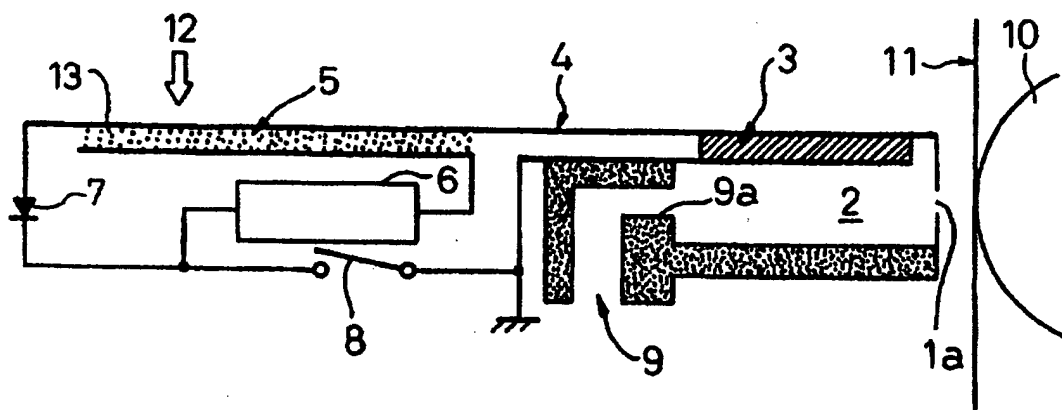




<p>(51) 国際特許分類 B41J 2/045, H01L 31/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/29914</p> <p>(43) 国際公開日 1997年8月21日(21.08.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP97/00384</p> <p>(22) 国際出願日 1997年2月13日(13.02.97)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平8/29595 1996年2月16日(16.02.96) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED)[JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 木村正利(KIMURA, Masatoshi)[JP/JP] 比屋根正雄(HIYANE, Masao)[JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 石田 敬, 外(ISHIDA, Takashi et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門三丁目3番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 DE, JP, US.</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54)Title: OPTICAL SWITCH AND INK-JET PRINTER

(54)発明の名称 光スイッチ及びインクジェット式プリンタ



(57) Abstract

The printing speed and resolution of an ink-jet printer are improved by making the wiring pattern finer and increasing the number of individual driving circuits which are required for obtaining a line head, while avoiding high-voltage operation and the increase in cost of the printer. The ink-jet printer is constituted in such a way that ink jetting mechanisms respectively using piezoelectric bodies (3) are arranged in parallel and one electrode of the bodies (3) is independently connected to photoconductors, and then, the other electrodes of the bodies (3) are connected to the other electrodes of adjacent bodies (3). The ink jetting mechanisms emit ink by deforming one of the piezoelectric bodies (3) by selectively irradiating the corresponding photoconductor (5) with light (12) from an optical scanning device. The printer uses an optical switch.

(57) 要約

インクジェットプリンタにおいて高速化・高解像度化の実現に対しては、ラインヘッド化に必須の技術である、微細パターンの配線、多数の個別駆動回路の実現を可能とし、且つ高電圧の抑制並びに低価格化を可能とする。圧電体 3 を用いたインク噴射機構を複数個並列に配置し、各圧電体 3 の一方の電極を各々独立して光導電体 5 に接続し、且つ各圧電体 3 の他方の電極を隣接する圧電体の他方の電極と互いに接続し、光走査手段により複数の光導電体 5 に選択的に光照射 12 を行うことにより、対応する圧電体 3 を変形させて、インク噴射機構よりインクを噴射するように構成したことを特徴とする、光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置が提供される。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スーダン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SI	スロベニア
AZ	アゼルバイジャン	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SK	スロバキア共和国
BB	バルバドス	GE	グルジア	MC	モナコ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	MD	モルドバ	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	HN	ホンデュラス	MG	マダガスカル	TD	チャド
BG	ブルガリア	HU	ハンガリー	MK	マケドニア	TG	トーゴ
BR	ブラジル	IE	アイルランド	ML	マリ	TH	タイ
BS	バハマ	IT	イタリア	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
BT	ブータン	JP	日本	MR	モーリタニア	TR	トルコ
BV	ブーヴィエ	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	KZ	カザフスタン	MY	マレーシア	UA	ウクライナ
CC	ココス（キリング）	KG	キルギスタン	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CD	コンゴ（民主的）	KR	韓国	NL	オランダ	US	米国
CF	中央アフリカ共和国	LA	ラオス	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CG	コンゴ（共和的）	LI	リヒテンシュタイン	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CH	スイス	LK	スリランカ	PE	ペルー	YU	ユーゴスラビア
CI	コート・ジボワール			PT	ポルトガル		
CM	カメルーン			RO	ルーマニア		
CN	中国						
CZ	チェコ共和国						
DE	ドイツ						
DK	デンマーク						

明 細 書

光スイッチ及びインクジェット式プリンタ

技術分野

本発明は圧電体素子のような静電容量物体及び光導電体を用いた光スイッチおよびこのような光スイッチを利用したインクジェット式プリンタ装置に関する。本発明は高速駆動で且つ高密度なスイッチ構造を達成しようとする場合に都合よく適用することができる。

背景技術

近年、情報処理用の機器の進歩には著しいものがあり、並列信号処理が至る所で行われている。このような並列信号処理を利用した画像処理装置において、高密度化、高画質化が進展し、一部では人間の認識限界である約500dpi（インチ当りのドット数）の画素密度を既に凌駕しているのが実情である。特に、オフィスプリンタとして主流となりつつある電子写真プリンタ装置において、約10 μ m程度の小さな画素を得るためには、（1）10 μ m程度のビーム径に絞ったレーザ光を感光体ドラム上に所望の画像パターンに応じて照射してこの感光体ドラム上に静電潜像を形成し、（2）この静電潜像を、数 μ mからサブ μ m程度に細分化した帯電トナーを用いて、感光体ドラム上で現像することにより画素が約10 μ m程度の微細なトナー像を得ている。

一方、パーソナルプリンタとして急速に進展して来ているインクジェットプリンタについても、例外ではなく、高密度で綺麗な画質を高速で得ることが強く望まれている。しかしながら、高密度化を図るためには、インクジェット用ノズルのピッチ間隔を縮小するこ

とが要求されるが、(1) インクの噴射ポンプを微細化することに伴ってインク噴射能力が不足すること、(2) ノズルからのインク滴の噴射をノズル毎に個別に制御するための起動回路と噴出ポンプとの接続の構成が困難となり、高密度化の実現を阻害していた。

現状のプリント板配線技術では、ノズルの配列間隔を1mm当り数本程度とするのが限界であり、特にインク噴射ポンプと起動回路との接続部分におけるピッチを狭めることには既に限界に達している。また、高速化を達成するためにインクジェットヘッドをライン化することが試みられている。即ち、噴射ノズルをヘッドのライン方向に多数配列し、印刷媒体に対してライン毎に並列的にインクジェット印刷を行うものである。しかし、噴射ヘッドのライン化に際しては印刷面の幅全域、即ち約100mm程度の幅にわたってヘッドを形成しなければならず、高々数10mm程度の幅に対して好適な半導体微細パターン形成法を用いて、ライン化されたインクジェットヘッドを形成するのは非常に困難で且つ高価なものとなる。

なお、光導電体に光を照射することにより圧電素子を駆動状態を制御する従来技術として、特開昭61-29343号公報がある。これは、超音波信号を送受信する超音波探触子に関するもので、圧電素子の一方に直接光導電体を設け、その上に透明電極を設けた構造とし、透明導電体側から照射する光束の形状及び強度を変更することにより、圧電素子の動作領域及び光導電体の感度(抵抗値)を制御し、圧電素子が超音波を受信した時は、超音波を受けた圧電素子の出力電圧をアナログ値として取り出すようにしたものである。

また、光導電膜を用いたインクジェット記録装置としては、特開昭61-79664号公報がある。これは、インクノズルの圧力室を變形する圧電素子と、ノズルに設けた記録電極と、この記録電極に対応して設けた対向電極において、記録電極を光導電素子にて構成する。

圧電素子でインクのメニスカスを形成し、ノズル面と記録電極との間に電圧を印加し、ノズル面に設けた光導電体に光照射をすることによりインクに高電圧が印加され、その発生した高電圧にてインクに電荷を注入すると同時に、高電荷位にてインクの飛翔を開始させるものである。

発明の開示

上述のように、インクジェットプリンタにおいて高速化・高解像度化の実現に対しては、ラインヘッド化に必須の技術である、①微細パターンの配線、②多数の個別駆動回路の実現、等が重要となる。また、多数の個別駆動回路素子からの発熱を抑制するために、低消費電力化の実現も重要となる。これには、定電流駆動方式ではなく、高電圧でも定電圧駆動方式が望ましい。したがって、ここに、定電圧駆動における、③高電圧の抑制、という課題が新たな生じる。更に、インクジェットヘッドのライン化のためには、駆動回路の集積化のみならず、絶対価格を安価にする、④低価格化の課題もある。

そこで、本発明は、上記①から④までの4つの課題、即ち、微細パターンの配線、多数の個別駆動回路、高電圧の抑制、並びに低価格化を実現したインクジェットプリンタ装置を提供することを課題とする。

また、本発明のインクジェットプリンタ装置におけるヘッドのインク噴射機構を駆動する等のために好適に使用することのできる光スイッチを提供することを課題とする。

本発明は、圧電素子の駆動回路として光導電体を用い、該光導電体を信号パターンに応じて光照射することにより、圧電体素子（静電容量物体）の両端間の電圧を可変させることを特徴とした光スイ

ッチと、該圧電体素子の機械的変位によってインクを噴射させるノズルを複数個設け、個々の圧電体素子に対して、個別の光導電体を設けて、光マルチスイッチを構成することにより、マルチインクジェットヘッド・プリンタ装置を達成し、上記①から④までの4つの課題の全てに解決を与えるものである。

したがって、本発明の光スイッチは、静電容量物体（圧電体素子）の充電あるいは放電のスイッチングを、該静電容量物体に接続された光導電体への光照射による光スイッチ効果により行うことを特徴とする。

前記静電容量物体は1対の電極を有し、その一方の電極は前記光導電体により形成され、他方の電極は接地されている。

前記光導電体は、前記静電容量物体の一方の電極に接続されている第1の側と、これと反対側の第2の側とを有し、該第2の側を透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された電気回路の信号を、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記静電容量物体に伝達するようにしている。

前記静電容量物体の一方の電極を良導体電極とし、該良導体電極に前記光導電体を接合すると共に、該光導電体の前記良導体電極とは反対の側は透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された電気回路の信号を、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記静電容量物体に伝達するようにしている。

前記静電容量物体を圧電体により構成するのが、望ましく、また、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記圧電体に伝達される信号により該圧電体を変形させ、該変形を機械的出力を取り出すようにするのが望ましい。

また、本発明の光マルチスイッチは、複数の静電容量物体（圧電体素子）を具備し、各静電容量物体の一方の電極は各々独立して光

導電体に接続され、且つ各静電容量物体の他方の電極は隣接する静電容量物体の他方の電極と互いに接続され、前記各静電容量物体の充電あるいは放電のスイッチングを、対応する前記各光導電体への光照射による光スイッチ効果により行うことを特徴とする。

更にまた、本発明の光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置によると、圧電体を用いたインク噴射機構を複数個並列に配置し、各圧電体の一方の電極を各々独立して光導電体に接続し、且つ各圧電体の他方の電極を隣接する圧電体の他方の電極と互いに接続し、光走査手段により前記複数の光導電体を選択的に光照射を行うことにより、対応する前記圧電体を変形させて、前記インク噴射機構よりインクを噴射するように構成したことを特徴とする。

前記光走査手段として、レーザ光源、回転鏡或いは振動鏡、音響偏向、等のレーザ光学系を用いることができる。

更に、本発明は、インク供給路、インク圧力室、インクノズル及び圧電素子からなる画像形成装置の該圧電素子に感光層を接続し、該感光層を画像パターンに応じて光照射することにより、該圧電素子を変形せしめて、該圧電素子を機械的変動により該インクノズルからインクを噴射せしめるように構成した、光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置において、該圧電素子の一方の電極と他方の電極との間のスイッチ回路を接続し、且つ前記感光層（５）に、該感光層が光に感応できるような極性の電圧を印加したことを特徴とするプリンタ装置が提供される。

前記圧電素子にほぼ 0 V 近傍の電圧が印加された際に、インク圧力室が膨張し、インク供給路よりインクを吸収し、逆に前記圧電素子に前記感光層に印加された高電圧が印加された際には、インク圧力室が縮むよう構成することもできる。

また、逆に、前記圧電素子にほぼ 0 V 近傍の電圧が印加された際

に、インク圧力室が膨張し、インク供給路よりインクを吸収し、逆に前記圧電素子に前記感光層に印加された高電圧が印加された際には、インク室が縮むよう 成することもできる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明のインクジェットノズルの概略を示す構成図である。

図 2 は本発明の光スイッチを使用したインクジェットノズルの原理図である。

図 3 は本発明のインクジェットノズルの具体的構成例を示す。

図 4 (a) 及び図 4 (b) は本発明の光スイッチを利用したインクジェットヘッドにおいて使用するダイオード 7 の作成方法を説明するための図である。

図 5 は圧電体素子、光導電体膜、ダイオード等を含むマルチ化した回路構成を示す。

図 6 はインクジェットプリンタの全体構成図である。

図 7 は印字ヘッドの模式図である。

図 8 は本発明の光スイッチの構成例を示す。

図 9 は本発明の光スイッチの構成の他の例を示す。

発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図 1 は、本発明を適用したインクジェットノズルの構成を示したものである。図において、1 はノズル板、2 はインク圧力室、3 は圧電体素子であり、圧電噴射デバイスとして構成されている。圧電体素子 3 はインク圧力室 2 の内壁の一部、例えば図示のように上壁

を形成している。圧電体素子 3 に電圧が印加され、充電が行われると、図 1 の破線位置から実線位置へ圧電体素子 3 が変形し、圧力室 2 が収縮することにより圧力室 2 内のインクに圧力をかけ、ノズル板 1 のノズル孔 1 a を通じてインク滴を噴射することにより画像記録を行う。圧電体素子 3 への電圧印加が停止され、放電が行なわれると圧電体素子 3 は図 1 の実線位置から破線位置へ変形して圧力室 2 が膨張しインクを圧力室 2 内に吸収する。

このように圧電体素子 3 は電圧の印加時、即ち充電時に圧力室 2 を収縮させてインク滴を噴射し、放電時に圧力室 2 を膨張させて圧力室 2 内にインクを吸収するように変形させても良く、また逆に、電圧の印加時、即ち充電時に圧力室 2 を膨張させてインクを圧力室 2 に吸収し、放電時に圧力室 2 を収縮させてインク滴を噴射するように変形させても良い。

図 2 は、本発明のインクジェットプリンタの原理説明図である。図 3 はその斜視図である。図 2 において、4 は個々の圧電体素子 3 に対応して個別に接続された導電膜、5 は各導電膜 4 上に個別に形成した光導電体層、6 は個別光導電体層 5 の他面に接続された共通の高電圧回路、7 は個別の光導電体層 5 にそれぞれ個別に接続されたダイオード、8 は個別のダイオード 7 に共通して設けたアース短絡回路（スイッチ）、9 は共通のインク供給路、10 はプラテン、11 は印刷媒体、12 は走査光である。また、13 は透明導電膜である。

図 2 及び図 3 において、圧力室 2 はプラテン 10 に対してライン方向に複数配列されている。ノズル板 1 には各圧力室 2 に対応してノズル孔 1 a が形成されている。共通のインク供給路 9 は各連通孔 9 a を介して個別の圧力室 2 に連通されている。

各圧電体素子 3 の一方（上側）の電極は個別の導電膜 4 を介して個別の光導電体層 5 の一方（上側）の面に接続されている。個別の

光導電体層 5 の一方（上側）の面は個別ダイオード 7 に接続され、他方（下側）の面は共通の高圧回路 6 に接続されている。また個別の圧電体素子 3 の他方（下側）の面の電極は共通のアース（スイッチ） 8 に接続されている。個別の光導電体層 5 には透明導電膜 13 を介してレーザビームの走査光 12 が選択的に照射されるようになっている。

このように、本発明では、多数の駆動回路素子を圧電体素子 3 に個別に接続された光導電体層 5 で実現することにより、高密度化並びに低価格化を可能とした。更に、圧電体素子 3 へ印加される高電圧の制御についても、光導電体層 5 による光スイッチングを適用することにより、簡易に取り扱えるようになる。

図 4（a）及び（b）は本発明の光スイッチを利用したインクジェットヘッドにおいて使用するダイオード 7 の作成方法を説明するための図である。まず、N 型シリコン基板 71 を準備する。次に、N 型シリコン基板 71 の単結晶の表面を加熱酸化してシリコン酸化膜（ SiO_2 膜）を形成する。この SiO_2 膜は単結晶の保護膜として機能すると同時にドーピング剤の拡散を防ぐ作用をする。次に、この SiO_2 膜の上にフォトレジストと呼ばれる感光性の耐薬品物質（図示せず）を塗布し、マスク（図示せず）を通じて紫外線を照射する。これにより、P 型拡散層を形成する領域のみ SiO_2 膜を除去する。次に、ほう素を酸化雰囲気中で拡散させ、P 型領域 73 を形成する。同時に、その表面に SiO_2 膜が形成される。次に、電極部に相当する部分の酸化膜を除去し、これらの酸化膜を除去した部分にアルミニウムを蒸着により形成し、電極 74、75 が形成される。電極形成部以外の部分は保護膜としての SiO_2 膜 72 が残る。

図 5 はマルチ化した回路構成を示す。前述のように、圧電体素子 3、光導電体膜 5、ダイオード 7 は各インクジェット・ノズル毎に

設けられている。各圧電体素子 3 (1 ~ n) の一方の電極は個別の光導電体層 5 (1 ~ n) の一方の側に接続され、その各接続部は個別のダイオード 7 の一方の側に接続され、各ダイオード 7 の他方の側は共通に接続されて、共通アーススイッチ 8 を介してアースに接続されている。また、個別の光導電体層 5 (1 ~ n) の他方の側は共通に接続されて、高圧回路 (6) に接続されている。各光導電体層 5 (1 ~ n) には光照射により選択的に駆動されることは前述のとおりである。

図 6 は本発明の光スイッチを利用してノズルを駆動するインクジェットプリンタの全体構成図、図 7 は印字ヘッドの模式図である。これらの図において、20 は印字ヘッド、10 はプラテン、11 は用紙、24 は用紙カセット、25 は用紙スタッカ、30 は制御部である。また、21 は LED アレイ、22 はセルフオックスレンズ、23 は回路基板である。

図示のように、圧力室 2 の構造体、図 5 に示すマルチ回路構成 (共通アーススイッチ 8 を除く)、LED アレイ 21、セルフオックスレンズ 22、回路基板 23 は印字ヘッド 20 に搭載され、共通アーススイッチ 8 を含む制御部 30 は、プリンタ本体の側に設けられている。用紙 11 は用紙カセット 24 からプラテン 10 に供給され、インクジェット式の印字ヘッド 20 によりプラテン 10 上の用紙 11 に対して印字が行われる。印字の行われた用紙 11 は用紙スタッカ 25 に集積される。

LED アレイ 21 はノズル 1 a の配列方向と平行に配列されており、セルフオックスレンズ 22 を介して、特定のノズルに対応する光導電体層 5 に選択的に光を照射することができる。

次に、図 2、図 3、図 5 ~ 7 に基づいて、本発明のインクジェットプリンタの動作原理を説明する。

①まず、初期状態では共通アース短絡回路 8 を閉成 (即ちオンと

)して、全ての回路を短絡させる。すると、ダイオード7の作用により、光導電体層5の上部、即ち圧電体素子3の表面電位は0Vとなる。このとき圧電体素子3は圧力室2が膨張するように設定しておく。

②次に、共通アース回路8を開放(即ちオフと)する。この状態では、上記①で述べた状態がそのまま保持され、全ての圧電素子3の表面電位は0Vとなっている。

③次に、画像信号のパターンにしたがって光ビーム12を走査し、透明導電膜13(図3)を介して個別の光導電体層5に選択的に光を照射して当該光導電体層5を活性化すると、共通高圧回路6の電源電圧が当該光導電体層5の反対側(即ち、光導電体層5の上面)にも現れ、この電位が導電膜4を介して、当該圧電体素子3に印加される。すると、圧電体素子3が変形して圧力室2が圧縮される。これにより、ノズル孔1aを介して圧縮室2よりインク滴が噴射される。

④最後に、共通アース短絡回路を再び閉成(即ちオンと)して、インクを噴出した圧電体素子3の表面電位はアース電位より高いため、ダイオード7を介して放電し、圧電体素子3の表面を再び0V電位とする。すると、圧電体素子3は再び圧力室2が膨張する方向に膨らみ、インクが共通のインク供給路9から個別の連通孔9aを介して当該圧力室2に供給される。このようにして、すべての圧電体素子3が0V電位となって初期状態に復帰する。即ち、圧力室2にインクが充満した状態となる。

なお、上記の動作原理では、光ビーム12の照射により、インクの圧力室2が収縮してインクを噴射するように構成したが、電圧印加の仕方を逆にすると、光導電体層5に対する光照射により、圧力室2が膨張してインクの吸引を行い、圧電体素子3に0Vの電圧が印

加されると逆に圧力室 2 が収縮してインクの噴射を行うようにすることも可能である。

このように本発明では、多数の駆動回路素子を、圧電体素子 3 に個別に接続された光導電体層 5 で実現することにより、低価格化をも可能とした。更に、光導電体層 5 による光スイッチングを適用して電圧の制御を行っているので、圧電体素子 3 に印加すべき高電圧を簡易に制御することができる。

光スイッチの実現可能性の理論的考察

(a) 光スイッチ用感光体の特性について：

本発明において使用可能な光スイッチを実現するには、第一に光導電体のオン／オフ比が高いこと、第二にオン抵抗が小さく残留電圧が残らないこと、が要求される。現在知られている無機光導電体膜の特性は以下の通りである。

〔表 1〕

光導電膜の特性

項目	OPC	a-Si	Se系
膜厚	10～30 μm	20～30 μm	～60 μm
比誘電率	3～4	11～12	～7
移動度 μ	$10^{-5} \sim 10^{-7} \text{cm}^2/\text{Vs}$	$0.1 \sim 10 \text{cm}^2/\text{Vs}$	$\geq 0.1 \text{cm}^2/\text{Vs}$
キャリア寿命 τ	～1 s	10^{-5} s	10^{-6} s
$\mu\tau$ 積	$\geq 10^{-1} \text{cm}^2/\text{Vs}$		
帯電電圧	600～800 V	～500 V	600～1000V
キャリア通過時間	0.125ms～150ms	0.8ns ～0.18 μs	0.36 μs ～0.6 μs

光導電体膜の種類として、表 1 のような OPC, a-Si, Se 系のものがあるが、どの光導電体膜が本発明のインクジェットプリンタに適用可能かについては後に検討する。

(b) インクジェット駆動用圧電体素子について：

インクジェットの圧電体駆動では、一例として、静電容量 1 nF の圧電体素子を 80 V の電圧で駆動すると、噴射インク量 100 pl が得られる。この値は 240 dpi における必要インク量である。この圧電体素子に一旦蓄積される電気エネルギーは $1/2 QV$ より $3.2 \mu J$ となる。噴射されたインク粒子の粒子速度は約 $8 m/s$ であるから、噴射インクが持ち去った運動エネルギーは $1/2 m v^2$ から計算すると、約 $4 \times 10^{-4} \mu J$ となり、蓄積エネルギーの 1 万分の 1 程度である。即ち、インクが噴射しても、圧電体素子に一旦蓄積されたエネルギーはほぼ完全に残ることになる。

インク噴射に必要なこの静電エネルギーを得るために、圧電体素子への印加電圧を 500 V に上げると、圧電素子の静電容量は 26 pF となり、例えば厚みを 6 倍とすれば、面積は 0.16 倍と約 1 桁小さくすることができる。このことは、図 1～3 から理解されるようにピエゾタイプでは圧電体素子 3 の面積が隣接ピッチを制約する設計となっているため、圧電体素子 3 の面積の低減がインクジェットノズルの小型化に極めて有効であることが分かる。

以上の関係を表 2 にまとめて示す。

〔表 2〕

圧電素子

項 目		数 値	
条 件	解像度	240dpi	
	噴射インク量	100pl	
圧 電 素 子	静電容量 C	1 nF	26pF
	駆動電圧	80 V	500 V
	蓄積エネルギー	3.2 μ J	3.2 μ J
	蓄積電荷量	80nC	13nC

一般に、圧電体素子によるインクジェットの直接駆動法においては、駆動電圧を上げると駆動ドライバーのコストアップに繋がるが、本発明のように感光体である光導電体層 5 を用いた光スイッチを利用すると、駆動ドライバーを用いることなく、高い電圧による圧電体素子の駆動が可能となり、小型・低コスト化に有利となる。

(c) 光走査の条件について：

光走査の条件としては、例えば 100 行／分のプリンタ装置で、インチ当り 6 行の解像度 600dpi の記録密度で A 4 サイズの紙幅方向 190mm に渡って走査するとすると、1 行分の総印字ドット数は 449×10^3 個であり、1 行当りの走査時間 0.6 秒から、1 ドット当り 1.34 μ s 程度の走査時間となる。また 1 行分の光走査の回数は 100 回となるので、1 ライン当り走査時間間隔は 6 ms となる。インクジェットのラインヘッドにおいては、必要なインク噴射時間を得るためにはピエゾの駆動時間を 10 μ s、インク圧力室へのインク吸入サイクルの高速限界は約 10kHz (= 100 μ s) であるため、1 ライン当りの走査時間 6 ms はインクの吸引に対しては十分な時間である。

以上の関係を表 3 にまとめて示す。

〔表 3〕

光走査条件の検討結果

項 目		数 値
圧電素子最高駆動周波数		10kHz(= 100 μ s)←インクの応答性より
必要な圧電素子駆動時間		~10 μ s
印字速度		100 行/分 (= 0.6秒/行)
行間隔		6 行/インチ (= 4.233mm/行)
解像度		600dpi (= 42.33 μ m/ドット)
一行総数	主走査ドット	600/25.4×190mm(用紙幅) = 4,488ドット
	走査回数	600/25.4×4.233(一行分) = 100回 ⇒0.6s/100 回 = 6 ms/1 ライン
	総ドット数	448.8 × 10 ³ 個/ 0.6秒⇒1.34 μ s/ドット

1 ラインの走査時間は、6 msであるため、感光体（光導電体）内で発生した光キャリアは、少なくとも6 ms以内で感光体内を通過する必要がある。この条件を満たす感光体としては、表1からa-SiあるいはSe系感光体となる。なお、OPC については、 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の移動度を持つ感光体のみが適用可能となる。

(d) 必要な光エネルギーについて：

表2に示すように、圧電素子への蓄積電荷量は、500Vでは13nCである。これは、電子数は 8.125×10^{10} 個にあたる。波長 720nmの半導体レーザを用いるとすると、光子エネルギーは $2.76 \times 10^{-19} \text{ J}$ となる。今、感光体での光変換効率を 100%とすれば、必要光エネルギーは、

$$2.76 \times 10^{-19} \text{ J} \times 8.125 \times 10^{10} = 2.22 \times 10^{-8} \text{ J}$$

となる。この光エネルギーを表3に示す1ドット当りの光走査時間1.34 μ s にてまかなうとすれば、単位時間当りの光エネルギーは、

16.6mWとなる。透明導電膜による光減衰および光学系での光ロスを考慮して、2倍程度の光出力を持つ約30mWの半導体レーザを用いれば可能となる。

以上の検討結果を表4にまとめて示す。

〔表4〕

必要光エネルギー

項 目		検討数値
圧電素子	駆動電圧	500 V
	静電容量	26pF
	蓄積電荷量	13nC $\Rightarrow 8.125 \times 10^{10}$ 個（電子数）
波 長		720nm（半導体レーザ）
光エネルギー		$\frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{720 \times 10^{-9}} = 2.76 \times 10^{-19} \text{ J}$
必要光エネルギー		$2.76 \times 10^{-19} \text{ J} \times 8.125 \times 10^{10} \text{ 個} = 2.22 \times 10^{-8} \text{ J/ドット}$
必要LD光量		$2.22 \times 10^{-8} \text{ J} \div 1.34 \mu\text{s} = 16\text{mW}$

（e）感光体の光照射面積

感光体（即ち光導電体層5）を圧電体素子3の充電抵抗と見做すと、少なくとも1ラインの走査時間6msにて圧電素子26pFに蓄積された電荷を放電する必要がある。即ち、CRの時定数から感光体の抵抗Rは、

$$R = 6 \text{ ms} \div 26 \text{ pF} = 2.31 \times 10^8 \Omega$$

となる。また、a-Si感光体では抵抗が $10^7 \Omega \text{ cm}$ 程度であり、感光体の厚みを約 $20 \mu\text{m}$ とすると、感光体の必要面積Sは、

$$\begin{aligned} S &= 10^8 \Omega \text{ m} \times 20 \times 10^{-6} \div 2.3 \times 10^8 \\ &= 8.65 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

以上となる。即ち、約 $100 \mu\text{m}$ □の面積で良いことになる。

また、このエリアでは、必要なLD光量を賄うとすれば、必要照射光量は、

$$\begin{aligned} 2.22 \times 10^{-8} \text{ J} \div (8.65 \times 10^{-9}) &= 2.5 \text{ J} / \text{m}^2 \\ &= 2.5 \times 10^2 \text{ } \mu \text{ J} / \text{cm}^2 \end{aligned}$$

となる。この値は、通常の感光体の半減露光エネルギーの約3桁大きい値となる。

以上述べたように、光スイッチの実現可能性を理論的に考察した結果、現状では光キャリアの移動度の高い、a-Si感光体或いはSe系感光体を用いることにより、本発明で適用する光スイッチが実現可能なことが明らかになった。

(7) 光スイッチの構成について

具体的な光スイッチの構成法については、図8及び図9に示すような2種のタイプが考えられる。図8及び図9において、図1～図7の部材と対応する部材については同一の番号で示す。即ち、3は圧電体素子（静電容量）、4は良導体、5は光導電体、6は高電圧回路、8はアーススイッチ、12は光ビーム（電気信号）、13は透明導電膜（電極）、15は電極である。

図8は静電容量、即ち圧電体素子3上に光導電体層5を形成した一体型タイプであり、1) 最初スイッチ8をショートし、圧電体素子3にかかる電圧をほぼ0Vにする。2) 次に、スイッチ8を開放する。3) 電気信号に応じて、光導電体5の透明電極13側から光照射を行う。すると、光照射された所のみ光キャリアが発生し、透明電極13に印加された電圧が良導体4に与えられ、圧電素子3に電圧が印加され、圧電素子3が機械的変位を出力することになる。次のサイクルにおいても、同様に最初スイッチ8をショートし、以上の動作を繰り返す。このようにして、光スイッチが構成される。

図9は静電容量、即ち圧電体素子3上に直接光導電層5を形成す

るのではなく、良導体 4 を介して光導電層 5 を離れた位置に形成したものであり、動作原理は図 8 の例と同じである。図 9 の利点は、光スイッチ部の感光体（光導電体）5 のサイズが圧電体素子 3 のサイズに限定されることなく任意の構成をとれることにある。

次に、本発明の具体的な実施例について説明する。

図 1～3 におけるインクジェットノズルにおいて、1 で示したノズル板を SUS の多層板にて構成する。3 は積層した圧電体素子とする。

光導電体層 5 は、厚さ 100 μ m の PET フィルム上に、各圧電体素子の切れ目に対応させて、ストライプ状のマスクパターンを張り付け、その後、透明導電膜 ITO を蒸着により形成する。次に、感光層を形成する部所のみマスク開けしたマスクパターンを張り付け、真空蒸着にて単層 a-Si 感光体層を形成する。更に、感光体膜の上に導電性ドライフィルムを張り付け、その上に Al 基板を重ねる。一方、インクジェット基板に対して、離れた位置に Si 基板上に個別ダイオード 7 および共通電極を形成する。その後、透明導電層 13 の ITO 部とダイオード 7 の電極部とを導電材にて接着する。このようにして、図 1～図 3 に示すようなマルチノズルヘッドを作成した。

本発明の実施例にかかるインクジェットノズルの動作原理は次の通りである。

- ① 高圧回路 6 は圧電体 3 を圧力室 2 が膨張する向きの電圧を供給する。
- ② 光ビーム 12 を走査して、選択的に光導電膜 5 を活性化して、圧電体 3 に電荷を供給する。
- ③ 選択された圧電体 3 は変形して圧力室 3 にインクを吸引する。
- ④ 高圧回路 6 は遮断されるが、ユニット間はダイオード 7 によ

り隔離される。

⑤ 全ユニットの電極をアース電位に戻し、圧電体を元の形に戻すことにより圧力室 2 を収縮せしめ、前記③項にて圧力室 2 内に吸引されたインクのみ噴射される。

上記動作において、光走査で選択されないユニットもコンデンサー結合しているので、①の段階で圧電体 3 に電圧が加わるが、光導電体 5 の誘電率が、11 に対して、圧電体 3 の誘電率は 1800～4600 と 2 桁以上の差をもつので、同じ面積、同じ厚みであれば、電圧の大半は光導電体膜 5 のコンデンサーで受けもたれ、 $1/100$ 以下の電圧が圧電体 3 に加わるのみであり、厚みおよび面積の設計条件は、この問題で左右されることはない。

なお本実施例では、比較的光応答速度は遅いが、安価に構成できる有機感光体にて可能なように、光スイッチにてインクの吸引を選択したが、勿論光応答速度のより速い a-Si 感光体或いは Se 系感光体を用いることにより、噴射側で選択することも可能である。また、将来に鑑みるとより速度の速い有機感光体の出現により、インク噴射側で光スイッチを行い得る可能性があることは言うまでもないことである。

以上の結果を踏まえ、本発明の光スイッチを利用したインクジェットプリンタの実現可能性について数値的な検討を行なった。

① 応答速度の早い感光体（光導電膜）（表 1 参照）

光キャリア通過時間 $\leq 6 \text{ ms} / 1 \text{ ライン (1.5ppm, 600dpi)}$

この条件に適合するためには、光キャリア移動度 $\mu \geq 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ であることが必要である。従って、a-Si/Se 系感光体、OPC でも速度の早い物であれば使用可能である。

② 圧電体素子の蓄積容量（表 2 参照）

ピエゾ素子の静電容量：26pF

駆動電圧 500 V にて静電蓄積容量 13nC

③ 光走査の条件：1.5ppmにて600dpiでは（表 3 参照）

1) 1 ライン走査時間：6 ms

2) 1 ドット照射時間：1.34 μ s

④ 必要光エネルギー（表 4 参照）

・ 13nC \rightarrow 8.125×10^{10} 個（電子数）

・ 720nm 半導体レーザの光子エネルギー $\rightarrow 2.76 \times 10^{-19}$ J

・ 必要光エネルギー： 2.22×10^{-19} J / ドット

・ 必要LD光量：16mW

⑤ 感光体（光導電膜）の光照射面積：面積 100 μ m \square にて可能

・ CR時定数：6 ms

\rightarrow 感光体の明部抵抗：6 ms \div 26pF = 2.31×10^9 Ω

また、プリンタの高速限界についての数値的な検討を行なった。
その結果は表 5 のとおりである。基本的な条件として、必要最高インク応答速度を 100 μ s 以下とし、解像度を600dpiとする。

（なお、解像度が300dpiであれば、4 倍の高速化が可能となる。）

〔表 5〕

高速限界

項 目	数 値 検 討 例		
	100行/分 (\approx 1.5ppm)	1,000行/分 (\approx 15ppm)	10,000行/分 (\approx 150ppm)
1 ライン走査時間	6 ms	600 μ s	60 μ s
1 ドット走査時間	1.34 μ s	134ns	13.4ns
必要光源	16mW	160mW	1.6W

以上より、LD=50mWでは、600dpiで約 5 ppm（300dpi で約20ppm）が可能であり、高輝度LED、等のライン固体発光素子では、約100p

pmも可能性を期待できる。

以上、添付図面を参照して本発明の実施例について詳細に説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の精神ないし範囲内において種々の形態、変形、修正等が可能であることに留意すべきである。

産業上の利用可能性

以上に説明したような、本発明の感光体素子（即ち光導電体）を利用することにより、光スイッチング素子とインクジェットヘッドとを一对一に構成することが可能となり、従来のように、インクジェットのピエゾ素子に対して、高い駆動電圧を有する駆動ドライバーを必要とすることはなく、電子写真装置等で使用されてきた回転鏡やラインLEDを用いてより簡単な構成とすることができ、経済化、小型化に有利である。

請 求 の 範 囲

1. 静電容量物体の充電あるいは放電のスイッチングを、該静電容量物体に電氣的に接続された光導電体への光照射による光スイッチ効果により行うことを特徴とする光スイッチ。

2. 前記静電容量物体は1対の電極を有し、その一方の電極は前記光導電体により形成され、他方の電極は接地されていることを特徴とする請求項1に記載の光スイッチ。

3. 前記光導電体は、前記静電容量物体の一方の電極に接続されている第1の側と、これと反対側の第2の側とを有し、該第2の側を透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された電気回路の信号を、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記静電容量物体に伝達することを特徴とする請求項2に記載の光スイッチ。

4. 前記静電容量物体の一方の電極を良導体電極とし、該良導体電極に前記光導電体を接合すると共に、該光導電体の前記良導体電極とは反対の側は透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された電気回路の信号を、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記静電容量物体に伝達することを特徴とする請求項2に記載の光スイッチ。

5. 複数の静電容量物体を具備し、各静電容量物体の一方の電極は各々独立して個別の光導電体に接続され、且つ各静電容量物体の他方の電極は隣接する静電容量物体の他方の電極と互いに接続され、前記各静電容量物体の充電あるいは放電のスイッチングを、対応する前記各光導電体への光照射による光スイッチ効果により行うことを特徴とする光マルチスイッチ。

6. 前記各光導電体は、前記各静電容量物体の一方の電極に接続されている第1の側と、これと反対側の第2の側とを有し、該第2の側を透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された各電気回路

の信号を、前記各光導電体の光スイッチ効果で、前記各静電容量物体に伝達することを特徴とする請求項 5 に記載の光マルチスイッチ。

7. 各静電容量物体の一方の電極を良導体電極とし、該良導体電極に前記光導電体を接合すると共に、該光導電体の前記良導体電極とは反対の側は透明導電体で構成し、該透明導電体に接続された電気回路の信号を、前記光導電体の光スイッチ効果で、前記静電容量物体に伝達することを特徴とする請求項 5 に記載の光マルチスイッチ。

8. 前記静電容量物体を圧電体により構成したことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の光スイッチ。

9. 前記光導電体の光スイッチ効果で、前記圧電体に伝達される信号により該圧電体を変形させ、該変形を機械的出力として取り出すように構成したことを特徴とする請求項 8 項に記載の光スイッチ。

10. 圧電体を用いたインク噴射機構を複数個並列に配置し、各圧電体の一方の電極を各々独立して光導電体に接続し、且つ各圧電体の他方の電極を隣接する圧電体の他方の電極と互いに接続し、光走査手段により前記複数の光導電体を選択的に光照射を行うことにより、対応する前記圧電体を変形させて、前記インク噴射機構よりインクを噴射するように構成したことを特徴とする、光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置。

11. 前記光走査手段として、レーザ光源、回転鏡或いは振動鏡、音響偏向、等のレーザ光学系を用いたことを特徴とする請求項 10 に記載の光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置。

12. LED アレイよりのレーザ光をセルフフォーカスレンズを介して前記複数の光導電体を選択的に光照射を行うことを特徴とする請求

項11に記載の光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置。

13. 各圧電体の前記一方の電極を個別のダイオードを介して、アースに接続された共通のアーススイッチを接続したことを特徴とする請求項10に記載の光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置。

14. インク供給路、インク圧力室、インクノズル及び圧電素子からなる画像形成装置の該圧電素子に感光層を接続し、該感光層を画像パターンに応じて光照射することにより、該圧電素子を変形せしめて、該圧電素子を機械的変動により該インクノズルからインクを噴射せしめるように構成した、光スイッチを用いたインクジェットプリンタ装置において、該圧電素子の一方の電極と他方の電極との間のスイッチ回路を接続し、且つ前記感光層に、該感光層が光に感応できるような極性の電圧を印加したことを特徴とするプリンタ装置。

15. 前記圧電素子にほぼ0V近傍の電圧が印加された際に、インク圧力室が膨張し、インク供給路よりインクを吸収し、逆に前記圧電素子に前記感光層に印加された高電圧が印加された際には、インク圧力室が縮むよう構成したことを特徴とする請求項12に記載のプリンタ装置。

16. 前記圧電素子にほぼ0V近傍の電圧が印加された際に、インク圧力室が膨張し、インク供給路よりインクを吸収し、逆に前記圧電素子に前記感光層に印加された高電圧が印加された際には、インク室が縮むよう構成したことを特徴とする請求項12に記載のプリンタ装置。

Fig.1

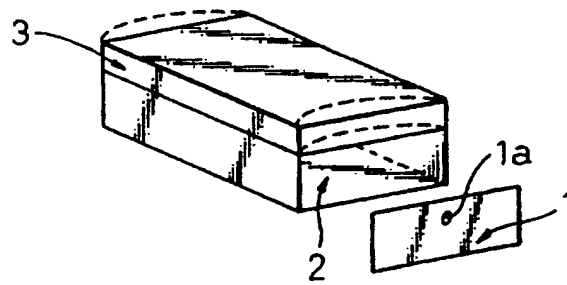


Fig.2

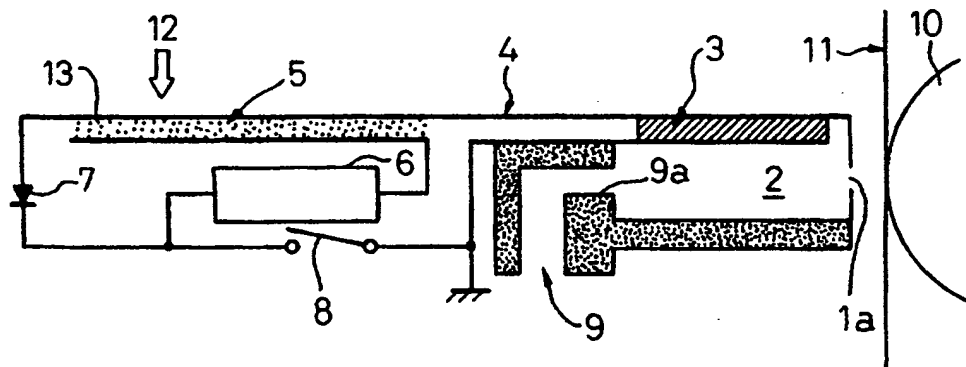


Fig.3

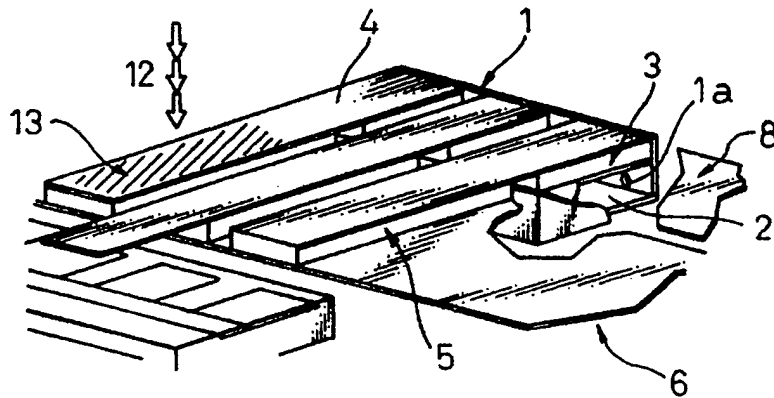


Fig.4(a)

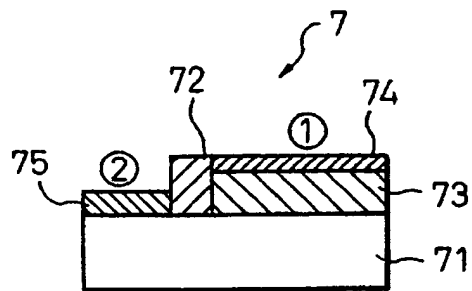


Fig.4(b)

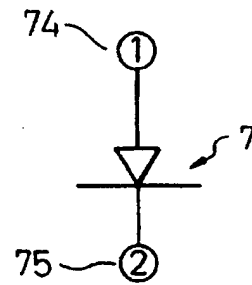


Fig.5

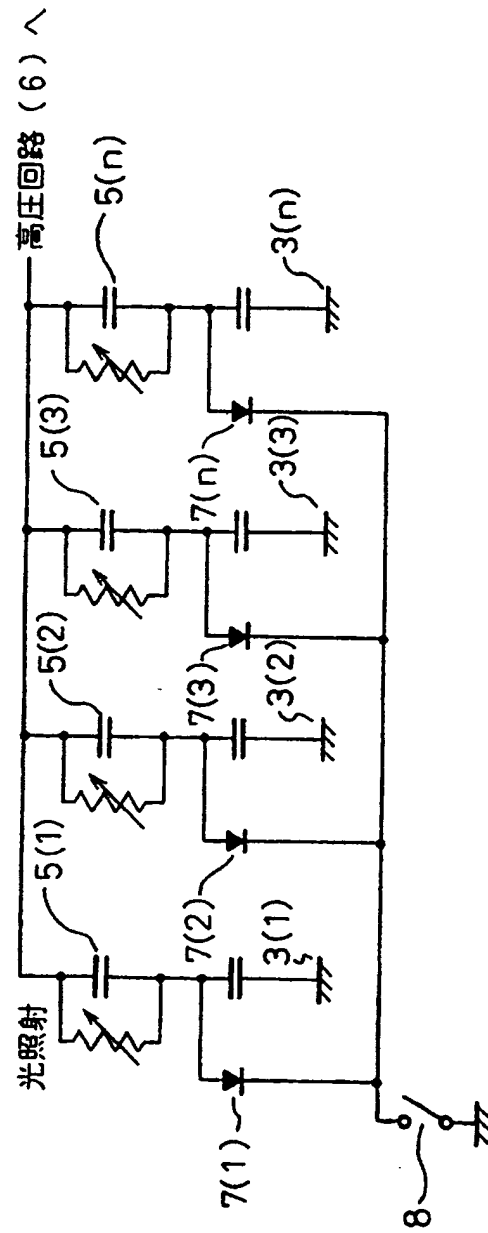


Fig.6

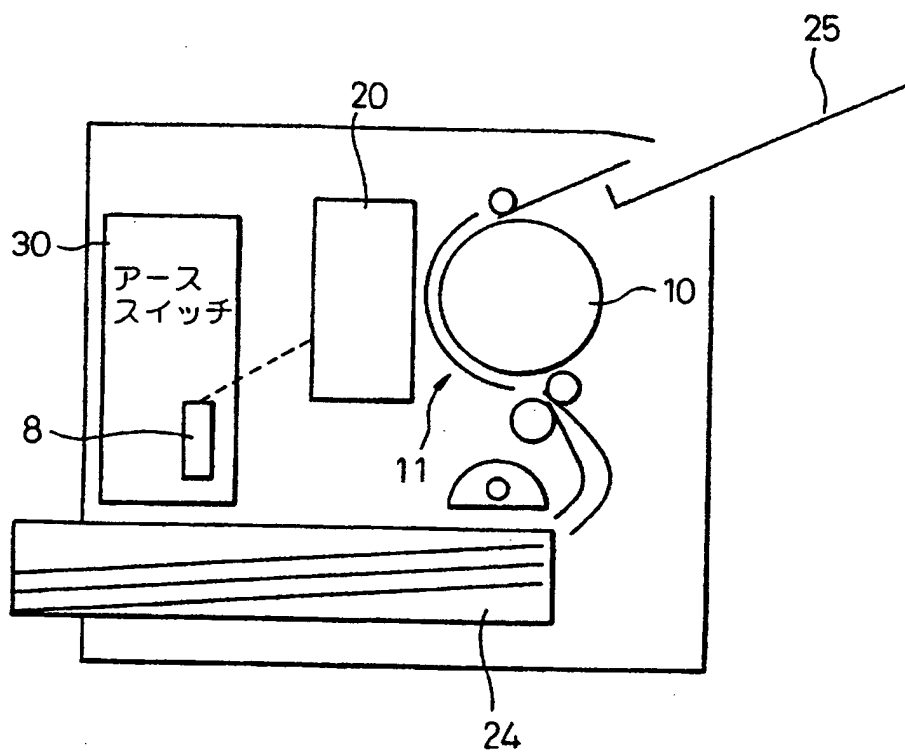


Fig.7

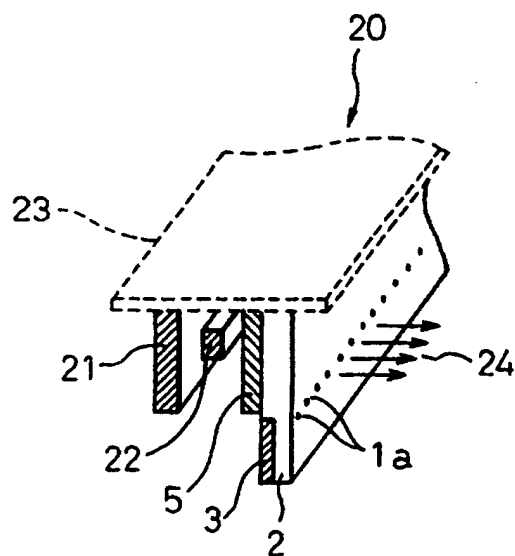


Fig.8

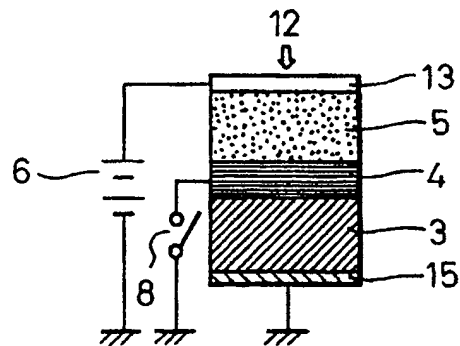
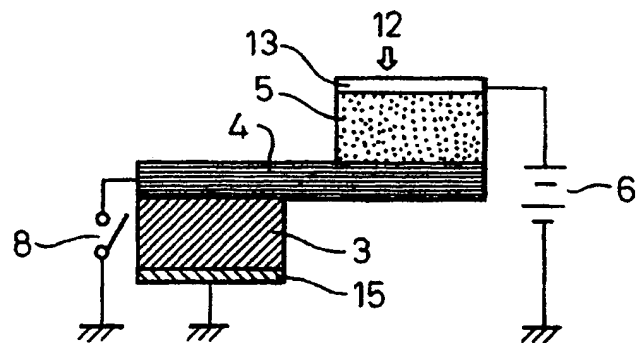


Fig.9



符号の説明

- 1 … ノズル板
- 1 a … ノズル孔
- 2 … 圧力室
- 3 … 圧電体素子
- 4 … 導電膜
- 5 … 光導電体膜
- 6 … 共通高圧回路
- 7 … ダイオード
- 8 … 共通アース・スイッチ
- 9 … インク供給路
- 9 a … 連通孔
- 10… プラテン
- 11… 印刷媒体
- 12… 走査光
- 13… 透明導電膜
- 15… 電極
- 21… LED アレイ
- 22… セルフォックスレンズ
- 23… 配線基板
- 24… インク液滴
- 71… N型シリコン基板
- 72… 酸化シリコン (SiO₂) 膜
- 73… ほう素ドーピング層
- 74, 75… アルミニウム電極膜

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/00384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ B41J2/045, H01L31/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ B41J2/045, H01L31/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922 - 1997	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997	1996 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 54-156634, A (Fujitsu Ltd.),	1-10, 14-16
Y	December 10, 1979 (10. 12. 79), Figs. 1, 2 (Family: none)	11 - 13
Y	JP, 61-79664, A (Toshiba Corp), April 23, 1986 (23. 04. 86), Fig. 1 (Family: none)	11, 12
Y	JP, 06-064166, A (Citizen Watch Co., Ltd.), March 8, 1994 (08. 03. 94), Fig. 1 (Family: none)	13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date;
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 8, 1997 (08. 05. 97)

Date of mailing of the international search report

May 20, 1997 (20. 05. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B41J 2/045
H01L 31/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B41J 2/045
H01L 31/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1997年
日本国公開実用新案公報 1971-1997年
日本国登録実用新案公報 1994-1997年
日本国実用新案登録公報 1996-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 54-156634, A (富士通株式会社)	1-10, 14-16
Y	10. 12月. 1979 (10. 12. 79)、第1図、第2図、(ファミリーなし)	11-13
Y	J P, 61-79664, A (株式会社東芝)	11, 12
	23. 4月. 1986 (23. 04. 86)、第1図、(ファミリーなし)	
Y	J P, 06-064166, A (シチズン時計株式会社)	13
	8. 3月. 1994 (08. 03. 94)、第1図、(ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に既述を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08. 05. 97

国際調査報告の発送日

20.05.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便 号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 康司

印

2C 9606

電話番号 03-3581-1101 内線 3222

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)